



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07109536 A**(43) Date of publication of application: **25.04.95**

(51) Int. Cl.

C22C 21/02**C22F 1/043**(21) Application number: **05254358**(22) Date of filing: **12.10.93**(71) Applicant: **NIPPON LIGHT METAL CO
LTD NIKKEI TECHNO RES CO LTD
NISSAN MOTOR CO LTD**(72) Inventor: **HASHIMOTO AKIO
KITAOKA YAMAJI
NAMEKAWA HIROJI
TAKAGI KIYOSHI
YOSHIOKA HIDEO
KANEZASHI KEN****(54) ALUMINUM ALLOY FOR FORGING AND HEAT
TREATMENT THEREFOR****(57) Abstract:**

PURPOSE: To obtain an aluminum alloy for forging, having superior mechanical properties while securing excellent castability.

CONSTITUTION: This alloy is an aluminum alloy for forging, which has a composition consisting of 2.0-3.3% Si, 0.2-0.6% Mg, 0.01-0.1% Ti, 0.0001-0.01% B, 20.015% Fe, further one or ≥ 2 kinds among

0.001-0.01% Na, 0.001-0.05% Sr, 0.05-0.15% Sb, and 0.0005-0.01% Ca, and the balance Al and having P content limited to 20.001% under the condition of P/Ca ≥ 1.0 , by weight ratio, and in which the size of eutectic Si contained in a cast structure is regulated to $220\mu\text{m}$, by average length. This alloy can provide forged products increased in the degree of solidness with minimal upsetting ratio and has superior mechanical strength, such as elongation percentage and tensile strength.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 1 0 9 5 3 6

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 4 月 2 5 日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C22C 21/02

C22F 1/043

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 2 5 4 3 5 8

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 10 月 1 2 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 4 7 4 3

日本軽金属株式会社

東京都港区三田 3 丁目 1 3 番 1 2 号

(71) 出願人 0 0 0 1 5 2 4 0 2

株式会社日軽技研

東京都港区三田 3 丁目 1 3 番 1 2 号

(71) 出願人 0 0 0 0 0 3 9 9 7

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

(72) 発明者 橋本 昭男

静岡県庵原郡蒲原町蒲原 1 丁目 3 4 番 1 号

株式会社日軽技研内

(74) 代理人 弁理士 小倉 亘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鍛造用アルミニウム合金及びその熱処理

(57) 【要約】

【目的】 良好な鋳造性を確保しつつ、機械的特性に優れた鍛造用アルミニウム合金を得る。

【構成】 Si : 2.0 ~ 3.3 %, Mg : 0.2 ~ 0.6 %, Ti : 0.01 ~ 0.1 %, B : 0.0001 ~ 0.01 %, Fe : 0.015 % 以下で、更に Na : 0.001 ~ 0.01 %, Sr : 0.001 ~ 0.05 %, Sb : 0.05 ~ 0.15 % 及び Ca : 0.0005 ~ 0.01 % のうちの何れか 1 種又は 2 種以上を含有し、P / Ca の重量比が 1.0 以下の条件で P 含有量を 0.001 % 以下に規制し、残部が Al からなる組成を持ち、鋳造組織に含まれる共晶 Si の大きさが平均長さで 20 μ m 以下の鋳造用アルミニウム合金である。

【効果】 僅かな摺込み率で中実度が高い鍛造製品を得ることができ、伸び率、引張り強さ等の機械的強度も良好である。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 $Si: 2.0 \sim 3.3$ 重量%, $Mg: 0.2 \sim 0.6$ 重量%, $Ti: 0.01 \sim 0.1$ 重量%, $B: 0.0001 \sim 0.01$ 重量%, $Fe: 0.15$ 重量%以下で、更に $Na: 0.001 \sim 0.01$ 重量%, $Sr: 0.001 \sim 0.05$ 重量%, $Sb: 0.05 \sim 0.15$ 重量%及び $Ca: 0.0005 \sim 0.01$ 重量%のうちの何れか 1 種又は 2 種以上を含有し、 P/Ca の重量比が 1.0 以下の条件で P 含有量を 0.001 重量%以下に規制し、残部が Al からなり、鑄造組織に含まれる共晶 Si の大きさが平均粒径で $20 \mu m$ 以下であることを特徴とする鍛造用アルミニウム合金。

【請求項 2】 $Si: 2.0 \sim 3.3$ 重量%, $Mg: 0.2 \sim 0.6$ 重量%, $Ti: 0.01 \sim 0.1$ 重量%, $B: 0.0001 \sim 0.01$ 重量%, $Fe: 0.15$ 重量%以下で、更に $Na: 0.001 \sim 0.01$ 重量%, $Sr: 0.001 \sim 0.05$ 重量%, $Sb: 0.05 \sim 0.15$ 重量%及び $Ca: 0.0005 \sim 0.01$ 重量%のうちの何れか 1 種又は 2 種以上、 $Cu: 0.2 \sim 0.5$ 重量%, $Zr: 0.01 \sim 0.2$ 重量%, $Mn: 0.02 \sim 0.5$ 重量%及び $Cr: 0.01 \sim 0.3$ 重量%のうちの何れか 1 種又は 2 種以上を含有し、 P/Ca の重量比が 1.0 以下の条件で P 含有量を 0.001 重量%以下に規制し、残部が Al からなり、鑄造組織に含まれる共晶 Si の大きさが平均長さで $20 \mu m$ 以下であることを特徴とする鍛造用アルミニウム合金。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の組成をもつアルミニウム合金溶湯を溶製し、デンドライトアームスパーシングが $60 \mu m$ 以下となるように、前記溶湯を鑄造する際に冷却速度 $0.5^\circ C / 秒$ 以上で凝固させることを特徴とする鍛造用アルミニウム合金の鑄造方法。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2 記載の組成をもつアルミニウム合金溶湯を溶製し、該溶湯を鑄造して得た鑄塊を $450^\circ C$ 以上の温度での昇温速度が $50^\circ C / 時間$ 以下となる加熱条件で $500 \sim 550^\circ C$ の温度領域に加熱し、該温度領域に 1~2 時間保持することを特徴とする鍛造用アルミニウム合金の均質化熱処理方法。

【請求項 5】 請求項 1~4 の何れかに記載のアルミニウム合金を鍛造した後、 $540 \sim 550^\circ C$ に 0.5~2 時間加熱し、水冷し、6 時間以内に $140 \sim 180^\circ C$ に 2~20 時間加熱する戻し処理を施し、次いで室温まで空冷することを特徴とする鍛造品の熱処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車部品、家電製品等に使用され、鍛造後に T_0 処理を施した状態で $30 kgf/mm^2$ 以上の引張り強さ及び 15% 以上の伸びを呈する鍛造用アルミニウム合金に関する。

【0002】

【従来の技術】 アルミニウム合金の代表的な鍛造用素材

として、6061 合金が使用されている。しかし、6061 合金は、押出し工程を経て鍛造用素材にされることから、コスト高になる。また、押出し材を鍛造するので、製品形状がおのずと単純な形状に限定される。そのため、形状が複雑な製品を得る場合、鍛造用素材を鑄造で得る必要が生じる。鑄造によって所定の形状が付与された素材、すなわち予形材で鍛造が可能な材料としては、AC4C、AC4CH 等が JIS で掲げられる。しかし、AC4C、AC4CH 等のアルミニウム合金は、6061 合金に比較し伸び率等の引張り特性が劣り、形状特性に優れた鍛造製品を得ることができない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 AC4C、AC4CH 等のアルミニウム合金を鑄造することにより得られた鍛造用素材の伸び率を大きくするため、 Si 含有量を 3 重量%程度まで少なく、更に Na 、 Sr 、 Sb 等を添加し、共晶 Si を微細化することが、特開昭 54-13407 号公報で紹介されている。共晶 Si の微細化によって、伸び率がある程度改善される。しかし、依然として 6061 合金の伸び率には及ばず、鍛造性に問題が残っている。また、得られた鍛造製品の耐力が十分でないことから、所定の構造強度をだすために厚肉化することを余儀なくされていた。その結果、軽量化部品としてのアルミニウム材料の長所を活用できない現状である。本発明者等は、この点に関し、共晶 Si の微細化により性質改善したアルミニウム合金の特開平 5-9637 号公報で紹介した。本発明は、この先願を更に改良したものであり、 Fe 含有量、 P/Ca 比等を規制し共晶 Si を十分に微細化することにより、鍛造性を始めとして引張り強さ、伸び等に優れたアルミニウム合金を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明の鍛造用アルミニウム合金は、その目的を達成するため、 $Si: 2.0 \sim 3.3$ 重量%, $Mg: 0.2 \sim 0.6$ 重量%, $Ti: 0.01 \sim 0.1$ 重量%, $B: 0.0001 \sim 0.01$ 重量%, $Fe: 0.15$ 重量%以下で、更に $Na: 0.001 \sim 0.01$ 重量%, $Sr: 0.001 \sim 0.05$ 重量%, $Sb: 0.05 \sim 0.15$ 重量%及び $Ca: 0.0005 \sim 0.01$ 重量%のうちの何れか 1 種又は 2 種以上を含有し、 P/Ca の重量比が 1.0 以下の条件で P 含有量を 0.001 重量%以下に規制し、残部が Al からなり、鑄造組織に含まれる共晶 Si の大きさが平均長さで $20 \mu m$ 以下であることを特徴とする。

【0005】 本発明の鍛造用アルミニウム合金は、更に $Cu: 0.2 \sim 0.5$ 重量%, $Zr: 0.01 \sim 0.2$ 重量%, $Mn: 0.02 \sim 0.5$ 重量%及び $Cr: 0.01 \sim 0.3$ 重量%のうちの何れか 1 種又は 2 種以上を含有することもできる。所定の組成に調製されたアルミニウム合金溶湯は、デンドライトアームスパーシングが

60 μ m以下となるように、冷却速度0.5 $^{\circ}$ C/秒以上で凝固させながら鑄造される。得られた鑄塊は、450 $^{\circ}$ C以上の温度での昇温速度が50 $^{\circ}$ C/時間以下となる加熱条件で500 \sim 550 $^{\circ}$ Cの温度領域に加熱し、該温度領域に1 \sim 24時間保持する均質化熱処理が施される。このようにして得た鍛造用素材は、鍛造後に540 \sim 550 $^{\circ}$ Cに0.5 \sim 2時間加熱し、水冷し、6時間以内に140 \sim 180 $^{\circ}$ Cに2 \sim 20時間加熱する戻し処理を施し、次いで室温まで空冷する熱処理が施される。

【0006】

【作用】本発明の鍛造用アルミニウム合金においては、鑄造性を確保すると共に、高靱性化及び伸びを向上させるため、AC4C、AC4CH等の従来のアルミニウム合金に比較してSi含有量を低めに設定している。共晶Siの微細化を図るため、Na、Sr、Sb、Ca等を添加すると共に、微細化阻害元素であるP含有量を規制している。共晶Siの微細化は、特にCaに関してはP/Caの重量比が1.0以下の条件下でCaを合金元素として含有させることによって更に促進される。また、十分な伸びを確保できる範囲内でMgを増量することにより、耐力の向上を図っている。この条件が満された予形材を鍛造すると、据込み率（圧下率）で20%程度の僅かな塑性加工により、6061合金に匹敵する靱性を得ることが可能となる。

【0007】以下、本発明で特定した合金成分、その含有量等に関する条件を説明する。

Si：本発明の鍛造用アルミニウム合金は、鑄造で得られた予形材を鍛造することにより、所定形状をもつ製品とされる。この予形材を得るために、溶湯の流動性、引け性等が良く、鑄造割れ等の欠陥が発生しないことが要求される。この鑄造性を確保する上から、Siを含有させることが必要である。しかし、多量のSi含有は、アルミニウム合金の伸びや機械的強度を低下させる。この点から、本発明においては、Si含有量を2.0 \sim 3.3重量%の範囲に設定した。この範囲のSi含有量は、必要とする伸びや機械的強度を得ると共に、鑄造性も良好にする。Si含有量が3.3重量%を超えると、ミクロ組織でも検出されるように粒界に比較的多量の共晶Siが晶出し、伸び、機械的強度等が劣化する。逆に、Si含有量が2.0重量%未満では、鑄造性が悪くなる。特に、Si含有量1 \sim 2重量%未満の範囲では、流動性が最も悪く、鑄造割れ等の欠陥が発生し易い。

【0008】Mg：Siと共存して熱処理によりMg₂Siとして析出し、引張強さ、耐力等の機械的強度を向上させる。しかし、Mg含有量が0.6重量%を越えると、伸び、衝撃値等が大きく低下する。また、6061合金の性能に近づけるためには、Si含有量の低下によって伸びを増大させた分、Mg含有量を可能な限り増量して強度向上を図る。このようなMgの効果を発現させるため、0.2重量%以上のMg含有が必要である。

Ti、B：アルミニウム合金の鑄造組織は、Ti及びBの併用添加により微細化される。鑄造組織の微細化に伴い、粒界に析出する不純物やシュリンケージ等が細かく分散され、機械的特性が向上する。このような効果を得るため、0.01重量%以上のTi及び0.0001重量%以上のBを含有させることが必要である。しかし、Ti含有量及びB含有量がそれぞれ0.1重量%及び0.01重量%を超えると、析出する介在物が多くなり、却って靱性、強度、伸び等が劣化する。

10 【0009】Fe：原料から混入する不純物であり、多量に含まれるとFe系金属間化合物を晶出し、伸びを低下させる。Fe系晶出物に起因する悪影響は、Fe含有量を0.15重量%以下に規制することによって抑制される。

Na、Sr、Sb、Ca：共晶Siを微細化して伸び、衝撃値等を向上させるため、Na、Sr、Sb、Ca等が添加される。共晶Siの微細化作用は、0.001重量%以上のNa、0.001重量%以上のSr、0.05重量%以上のSb或いは0.0005重量%以上のCaを含有させることにより得られる。特に、Caは、P/Caの重量比が1.0以下の条件下で添加したときに共晶Siの微細化に効果を発揮する。しかし、これら添加元素は、ガスの吸収及び化合物の生成を促進させると共に、引け性を変化させる傾向を呈する。その結果、多量にNa、Sr、Sb、Ca等を添加すると、アルミニウム合金の靱性が劣化する。この点で、Na、Sr、Sb及びCa含有量の上限を、それぞれ0.01重量%、0.05重量%、0.15重量%及び0.01重量%に設定した。

30 【0010】P：Na、Sr、Sb、Ca等の添加元素は、合金中のPと反応し、共晶Siの微細化に有効に作用しなくなる。そのため、本発明においては、微細化効果を阻害するPを0.001重量%以下に規制して、Na、Sr、Sb、Ca等の作用を効率よく発揮させる。Cu：アルミニウム合金の強度を向上させる上で、必要に応じて添加される元素である。0.2 \sim 0.5重量%のCuをMgと併用添加するとき、十分な伸びを確保できる範囲で耐力の向上が図られる。

Zr、Mn、Cr：加工時におけるアルミニウム合金の再結晶を防止するため、必要に応じて添加される元素である。再結晶防止を図る上で、0.01重量%以上のZr、0.02重量%以上のMn或いは0.01重量%以上のCrを含有させることが必要である。しかし、これら元素を多量に添加すると、マトリックスの硬度が上昇し、却って加工性が低下する。そこで、Zr含有量、Mn含有量及びCr含有量の上限を、それぞれ0.2重量%、0.5重量%及び0.3重量%に規定した。

50 【0011】共晶Siの平均長さ：本発明のアルミニウム合金においては、共晶Siの大きさが平均長さで20 μ m以下の小さなものである。微細な共晶Siは、材料

の伸びを増大させる。また、予形材に含まれる気孔を微細なものにすると共に、僅かな据込み率の鍛造によって気孔率を急激に低減させ、中実度の高い鍛造製品を得る要因となる。これに対して、従来のアルミニウム合金を鍛造して実質的に気孔のない鍛造製品を得ようとする、据込み率を50%以上に設定することが必要である。

【0012】 鑄造条件：所定の組成に調製されたアルミニウム合金溶湯は、金型鑄造、DC鑄造等によって鑄塊に鑄造される。このとき、鑄造組織を微細化するため、冷却速度0.5℃/秒以上の速度で凝固させることが必要である。鑄造組織は、冷却速度に依存し、冷却速度が大きいと初晶α相の樹脂間隔、すなわちデンドライトアームスペースが小さくなる。したがって、デンドライトアームスペースを測定することによって微細化度を知ることができる。冷却速度0.5℃/秒以上で凝固させた鑄塊では、デンドライトアームスペースが60μm以下になっており、共晶Siが十分に微細化された鑄造組織をもつ。これに対し、0.5℃/秒未満の緩慢な速度で凝固させた鑄塊では、デンドライトアームスペースが60μmを超えるものがあり、平均長さ20μmを超える大きな共晶Siが晶出している。このような粗い組織は、材料の伸びを低下させる原因となる。

【0013】 鑄塊の均質化熱処理：均質化熱処理により、共晶Siの球状化及び合金成分の均質化が図られる。共晶Siが球状化したものでは、材料の伸びが増大し、鍛造時に割れ等の欠陥が発生しない。そのため、鍛造速度を上昇させることが可能になり、生産性が向上する。共晶Siの球状化は、熱処理温度が高くなるに従って活発に進行する。しかし、過度に高い熱処理温度では、共晶組織がパーニングし易く、鍛造時に割れを発生させる原因となる。熱処理時間に関し、短時間では共晶Siの球状化が不十分であり、長すぎても効果の向上はみられない。このようなことから、本発明においては、均質化熱処理条件を、500～550℃×1～24時間に設定した。また、鑄塊を均質化温度に昇温するとき、450℃以上の温度領域における昇温速度を50℃/時間以下にすることが必要である。この温度領域における昇温速度が50℃/時間を超えると、共晶組織がパーニングし易くなる。しかし、450℃未満の温度領域においては、昇温速度の如何によってパーニングが影響され

ることはない。この点、450℃までを急速に昇温し、次いで50℃/時間以下の速度で500～550℃の均質化温度に加熱することが好ましい。

【0014】 鍛造後の熱処理：鍛造されたアルミニウム合金は、均質化処理後の冷却過程でα-晶内に析出したSi粒子を再固溶させるために溶体化される。本発明で規定している溶体化処理は、従来の溶体化処理に比較して高温に設定されているので、α相内のSi粒子の再固溶を短時間で完了できる。また、共晶Siを更に球状化させ、伸びの増大に寄与する。すなわち、従来の溶体化処理が520～535℃×3～10時間であったのに対し、本発明における溶体化処理は540～550℃×0.5～2時間である。540～550℃に加熱されたアルミニウム合金は、固溶Siの析出を防止するため水焼入れされる。このようにしてSi粒子の析出を抑えることにより、アルミニウム合金の強度が改善される。アルミニウム合金は、水焼入れしたままの状態に維持されると、Mg, Siを自然に析出させ、強度が低下する。そこで、水焼入れ後6時間以内に、140～180℃×2～20時間の戻し処理をアルミニウム合金に施し、所定の強度を確保する。水焼入れから戻し処理までの時間が6時間を超えると、Mg, Siの過剰析出に起因した強度低下がみられ、後続する戻し処理での機械的性質が不安定になる。

【0015】 戻し処理の条件は、材料設計上で必要とされる機械的性質によって設定されるものであるが、強度30kgf/mm²、伸び15%以上の条件に対しては140～180℃×2～20時間に設定される。加熱温度140℃未満では、強度及び伸びが不足する。逆に、180℃を超える加熱温度では、過時効によって強度の低下が起こる。加熱時間は、2時間未満の短時間加熱では所定の効果が得られず、20時間を超えても更なる効果の向上がみられない。この戻し処理によって、30kgf/mm²以上の引張り強さ及び15%以上の伸びをもつアルミニウム合金が安定して得られる。

【0016】

【実施例】 表1に示した合金成分の素材をJIS 4号の舟形鑄型を使用して鑄造した。鑄型温度は150℃で、冷却速度を約1.5℃/秒とした。

【0017】

【表1】

表1: 使用した各種アルミニウム合金

試料 番号	合 金 成 分 及 び 含 有 量 (重量%)														P/Ca
	Si	Mg	Ti	B	Fe	Na	Sr	Sb	Ca	P	Cu	Zr	Mn	Cr	
1	2.5	0.4	0.02	0.006	0.1	0.005	-	-	-	0.0004	-	-	-	-	-
2	2.5	0.4	0.02	0.006	0.2	0.005	-	-	-	0.0004	-	-	-	-	-
3	2.5	0.5	0.02	0.006	0.1	-	0.006	-	-	0.0004	-	-	-	-	-
4	2.5	0.5	0.02	0.006	0.1	-	-	0.08	-	0.0004	-	-	-	-	-
5	2.5	0.5	0.02	0.006	0.1	-	-	-	0.006	0.0004	-	-	-	-	0.08
6	2.5	0.5	0.02	0.006	0.1	-	-	-	0.005	0.001	-	-	-	-	2
7	2.5	0.5	0.02	0.006	0.1	-	-	-	0.006	0.0005	0.4	-	-	-	0.08
8	2.5	0.5	0.02	0.006	0.1	-	-	-	0.006	0.0005	-	0.02	-	-	0.08
9	2.5	0.5	0.02	0.006	0.1	-	-	-	0.006	0.0005	-	-	0.3	-	0.08
10	2.5	0.5	0.02	0.006	0.1	-	-	-	0.006	0.0005	-	-	-	0.2	0.08

【0018】得られた鋳造材を引張り試験し、また鋳造組織を観察して共晶Siの平均長さを求めた。調査結果を示す表2から明らかなように、試料番号2の鋳造材は、Fe含有量が多いために伸びが不足している。試料番号6の鋳造材は、P/Caが2であることから伸びが不足しており、平均長さ25 μ mと共晶Siが大きく成長している。

【0019】

【表2】

表 2 : 各種鋳造材の機械的性質及び共晶 Si の平均長さ

試料 番号	引張り強さ σ_B kgf/mm ²	伸び δ %	共晶 Si の平均長さ μm
1	18.9	18.3	18
2	19.7	12.5	18
3	19.6	20.1	19
4	21.0	18.9	20
5	20.3	16.7	17
6	19.4	13.0	25
7	22.3	15.9	18
8	20.0	17.0	19
9	19.7	16.1	19
10	19.8	16.3	20

【0020】実施例 2 : 鋳造で得られた合金材料は、凝固速度の違いにより鋳塊のデンドライトアームスペーシングが異なる。デンドライトアームスペーシングが大きすぎると、共晶 Si が 20 μm を超えるようになり、材

表 3 : 冷却速度が与える影響

試料 番号	冷却 条件	冷却速度 ℃/秒	共晶 Si μm	DAS μm	引張り強さ σ_B kgf/mm ²	伸び δ %
11	1	1.0	17	25	21.1	15.8
12	2	0.4	35	65	21.5	12.1
13	3	3.0	14	12	22.7	20.3

冷却条件 1 : 鋳型を 200℃ に保持

冷却条件 2 : 鋳型を 430℃ に保持

冷却条件 3 : 溶湯鋳造

DAS : デンドライトアームスペーシング

【0023】表 3 から明らかなように、冷却速度が遅い試料番号 12 では、デンドライトアームスペーシング及び共晶 Si が大きく成長しており、低い伸びが示されている。これに比較して、冷却速度が大きい試料番号 13 は、極めて大きな伸びを示している。このことから、デンドライトアームスペーシング及び共晶 Si を微細にすることにより、伸びを改善できることが確認された。

【0024】実施例 3 : 試料番号 11 の鋳造材に均質化熱処理を施し、熱処理条件が機械的性質に与える影響を調査した。なお、均質化熱処理に際しては、共晶 Si がバーニングを起こさないように、450℃ 以上の温度領域における昇温速度を 30℃/時に設定した。また、均質化処理温度に加熱した後は、何れも 1.0℃/秒の速度で冷却した。

【0025】

【表 4】

料の伸びが低下する。また、荷重が加わったとき、共晶 Si とマトリックスとの界面を起点として破断等が発生する。この点、本発明合金においては、共晶 Si が 20 μm 以下の微細な晶出物として分散されているため、鍛造によって亀裂を発生させることなく、伸び率が大きな中実の製品にすることが可能である。

【0021】冷却速度がデンドライトアームスペーシング (DAS) 及び共晶 Si の平均長さに与える影響、ひいては鋳造材の機械的性質に与える影響を表 3 に示す。

10 この場合、Si : 2.8 重量%, Mg : 0.3 重量%, Ti : 0.02 重量%, B : 0.006 重量%, Fe : 0.07 重量%, Ca : 0.006 重量% 及び P : 0.0005 重量% の組成をもち、P/Ca 比が 0.08 のアルミニウム合金を使用した。なお、冷却速度を変える方法としては、JIS 4 号の舟型を 200℃ に保持する方法 (冷却条件 1)、同じく 430℃ に保持する方法 (冷却条件 2) 及び冷却速度を大きくする溶湯鍛造法 (冷却条件 3) を採用した。

【0022】

【表 3】

表 4 : 均質化熱処理の影響

試料 番号	均質化熱処理		引張り強さ σ_B kgf/mm ²	伸び δ %
	温度 ℃	時間		
14	525	6	18.0	18.8
15	480	6	18.7	16.0
16	555	6	17.0	8.7
17	525	0.5	19.0	16.3

【0026】表 4 から明らかなように、比較的低温に加熱した試料番号 15 の鋳造材では、均質化が不十分なため伸びが不足している。高温加熱した試料番号 16 では、バーニングの発生により伸びが極端に低下している。また、適正な加熱温度であっても短時間の均質化処理では、試料番号 17 にみられるように十分な伸びが得られていない。これに対し、試料番号 14 の鋳造材は、均質化処理後に高い引張り強さ及び伸びを示している。

50 【0027】実施例 4 : 均質化処理した試料番号 14 の鋳造材に、400℃ で 1 時間加熱する予熱を施した後、

据込み率 20 % で鍛造し、次いで T₆ 処理を行った。得られた鍛造材から試験片を切り出し、引張り試験に供した。表 5 は、その試験結果を表したものである。

【 0 0 2 8 】

【 表 5 】

表 5 : 鍛造材の性質に与える T₆ 処理の影響

試料 番号	溶体化処理		戻し処 理まで の時間	溶体化処理		引張り強さ σ_B kgf/mm ²	伸び δ %
	温度℃	時間		温度℃	時間		
18	545	1	3	150	6	33.8	23.1
19	530	1	3	150	6	32.5	14.8
20	545	3	3	150	6	33.4	23.3
21	545	1	10	150	6	30.8	23.4
22	545	1	3	200	6	27.6	14.2
23	545	1	3	150	1	26.2	15.5

【 0 0 2 9 】 本発明に従って T₆ 処理した試料番号 18 の鍛造材では、30 kgf/mm² 以上の引張り強さ及び 1.5 % 以上の伸びを示している。溶体化処理温度が低い試料番号 19 では、伸びが低くなっている。試料番号 20 の鍛造材では、溶体化処理時間が長い割に伸びが試料番号 18 と変わらず、処理時間に見合った性質改善が行われていない。試料番号 21 は、試料番号 18 に比較して強度が若干低下しており、しかも戻し時間までが長いために作業性に劣る。戻し温度が高すぎる試料番号 22 では、過時効現象が発生したために引張り強さ及び伸

び共に低下している。また、戻し時間が短すぎる試料番号 23 の鍛造材は、逆に強度不足となっている。

【 0 0 3 0 】

【 発明の効果 】 以上に説明したように、本発明の鍛造用アルミニウム合金は、鍛造材として使用可能なまで Si 量を低減して伸びを改善し、結晶粒や晶出物の微細化によって機械的強度を確保している。そして、鍛造材に含まれている共晶 Si が微細であるため、鍛造性が良好で、僅かな据込み率で中実度が高く機械的特性の良好な製品が得られる。

フロントページの続き

- (72) 発明者 北岡 山治
東京都港区三田 3 丁目 1 3 番 1 2 号 日本
軽金属株式会社内
- (72) 発明者 滑川 洋児
東京都港区三田 3 丁目 1 3 番 1 2 号 日本
軽金属株式会社内
- (72) 発明者 高木 潔
神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
自動車株式会社内
- (72) 発明者 吉岡 英夫
神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
自動車株式会社内
- (72) 発明者 金指 研
神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
自動車株式会社内